

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3921899 C2

⑤1 Int. Cl. 5:
B01F 7/24 C

②1 Aktenzeichen: P 39 21 899.6-23
②2 Anmeldetag: 4. 7. 89
④3 Offenlegungstag: 16. 8. 90
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 3. 91

DE 3921899 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
13.02.89 JP 33214/89

⑦3 Patentinhaber:
Ramhorst, Bernd, 4800 Bielefeld, DE.

⑦4 Vertreter:
Hanewinkel, L., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 4790
Paderborn

⑦2 Erfinder:
Koseki, Nobuo, Tokio/Tokyo, JP

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-AS 19 32 094
US 36 75 902
JP 62-1 86 929

⑤4 Vorrichtung zum Mischen von festen Stoffen

DE 3921899 C2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Mischen von festen Stoffen mit einem rotationssymmetrischen Mischergehäuse, in dem koaxial eine Welle gelagert ist, an der mit Armen mindestens ein Mischwerkzeug auf einer ansteigenden Wendelfläche als ein Schraubenband wandungsnah gehalten ist, das in Bandabschnitten durch in der Mischerachsenrichtung axial freie Spalte getrennt ist, an die anschließend im inneren Mischergehäusebereich zirkuläre Freiräume zwischen den Armen ausgebildet sind, in denen weitere Mischwerkzeuge als feststehende Umlenkwerkzeuge angeordnet sind, die mit durch diese Spalte hindurchragenden Halterungen an dem Mischergehäuse befestigt sind.

Aus der US-PS 36 75 902 ist ein derartiger Mischer bekannt, der für das Mischen von niedrig viskosen Flüssigkeiten geeignet ist. Dieser weist ein Schraubenband auf, das eine konstante Steigung hat, bodenseitig vertikal gestellt ist und das Mischgut abwärtsstreibend angetrieben ist. Dadurch ist die Schraubenbandausgestaltung auch bei umgekehrter Betriebsrichtung für eine bodenseitige Aufnahme von pulverförmigem oder körnigem Mischgut nicht geeignet, und sie erbrächte auch keine Auflockerung des Mischgutes bei niedriger Drehzahl.

Weiterhin ist aus der Jap AN 62-1 86 929 eine Flüssigkeitsmischvorrichtung bekannt, die kurze Schraubenbandabschnitte als Rührarme aufweist, zwischen denen innenliegend feststehende Mischwerkzeuge platziert sind. Diese Vorrichtung ist nicht in der Lage, bodenseitig Schüttgüter aufzunehmen und gleichmäßig zu durchmischen.

Weiterhin ist aus DE-AS 19 32 094 eine Mischvorrichtung für Schüttgüter bekannt, die eine Schraubenfläche als Mischwerkzeug aufweist. Um eine innige Durchmischung zu bewirken, muß sie bei einer hohen Drehzahl betrieben werden, damit eine Fluidisierung des Materials erreicht wird. Im Innenbereich sind keine feststehenden Werkzeuge vorhanden, so daß das Material dort nur nach und nach in den Mischprozeß einbezogen wird, was lange Mischzeiten erfordert.

Weiterhin ist aus DE-PS 36 40 052 ein rotationssymmetrischer Vertikalmischer bekannt mit einer zentralen Mischerwelle, an der ein über die Höhe des Mixers durchgehendes schraubenwendelförmiges Band im wandungsnahen Bereich mit Stützarmen gehalten ist. Dieser Mischer ist bei geringer Drehzahl zu betreiben, was energiesparend und materialschonend ist. Er ist jedoch nur für frei fließende Feststoffe geeignet; er erzielt nämlich bei kohäsiven oder feuchten Stoffen keine brauchbare Mischwirkung, da wegen der hohen inneren Produktreibung eine geringe Relativbewegung zwischen Werkzeug und Mischgut entsteht, so daß das Mischgut im Zentralbereich des Mixers im wesentlichen nur rotiert und nicht mischend durcheinander strömt. Dieses Mitrotieren des inneren Mischbereiches ist durch die dort befindlichen weiteren, an der Welle befestigten Werkzeuge zusätzlich verstärkt. Die trichterförmige, konische Form des vorbekannten Mischbehälters hat verglichen zu einem Zylinder nur 1/3 des Mischvolumens und benötigt deshalb vergleichsweise mehr Durchläufe für den gleichen Durchsatz.

Weiterhin sind vertikale Schnellmischer mit bodennahen Mischflügeln bekannt, die jedoch einen hohen Energiebedarf haben und nur für relativ kleine Mischvolumina von bis zu drei Kubikmetern geeignet sind.

Es ist Aufgabe der Erfindung, den eingangs beschrie-

benen Einwellenmischer derart zu verbessern, daß er für Mischgüter mit schlechten Fließeigenschaften geeignet ist und in relativ kurzer Zeit eine hohe Mischgüte für ein größeres Mischvolumen bei relativ langsam laufenden der Welle erbringt.

Die Lösung besteht darin, daß das Schraubenband von unten nach oben eine zunehmende Steigung aufweist und bodenseitig an einen radialen Rührarm mit dem unteren Schraubenbandabschnitt endseitig angeschlossen ist und die Welle in die Drehrichtung anzutreiben ist, daß das Schraubenband das Mischgut mantelseitig aufwärts fördert.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die hohe Mischwirkung wird durch eine progressive Gestaltung der Schraubenbandsteigung erbracht, die eine fortlaufende Beschleunigung des im Umfangsbereich des Mixers aufsteigenden Materialstromes bewirkt.

Die Kombination des schraubenförmigen außenliegenden bewegten Mischwerkzeugs mit den innenliegenden statischen Umlenkwerkzeugen, die eine strombrechende und scherende Wirkung auf das Mischgut ausüben, ergibt eine mischende Materialströmung bei relativ geringen Mischwerkzeuggeschwindigkeiten.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung, die insbesondere der Aufspaltung von Klumpen dient, ist durch abschnittsweise Verbreiterungen des Schraubenbandes im unteren Mischerbereich erreicht. Diese Verbreiterungen sind nach oben zunehmend vom 1/4fachen bis zum Doppelten der Breite des Schraubenbandes ausgebildet. Die Breite des Schraubenbandes beträgt nur 5—10% des Mischerradius, wodurch nur geringe Antriebsleistung benötigt wird.

Die statischen Umlenkwerkzeuge sind vorteilhaft lösbar in die Mischerwandung eingesetzt, so daß sie den Anforderungen der verschiedenen Mischgüter gemäß ausgestaltet austauschbar sind. Darüber hinaus ist es vorteilhaft vorgesehen, die radiale Lage und/oder die Neigung der Umlenkwerkzeuge von der Außenseite des Mixers, also auch beim laufenden Betrieb verändern und den Erfordernissen optimal anpassen zu können.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, daß im oberen, fluidisierten Materialbereich Sprühdüsen angeordnet sind, die zur effektiven Einbringung und schnellen Vermischung von Flüssigkeiten, z. B. zum Befeuchten von festen Gütern, dient.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind vorzugsweise im unteren Mischerbereich, hochtourig drehende, separat angetriebene, ein-ausschaltbare Schneidwerkzeuge angeordnet. Damit lassen sich inhomogene Klumpungen aufschließen und deren Material dispergieren.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und die Funktionsweise sind in den Fig. 1 bis 7 dargestellt.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht bei frontal weggelassener Wandung;

Fig. 2 zeigt einen Horizontalausschnitt einer modifizierten Ausführung;

Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht der Materialströmung bei frontal weggelassener Wandung;

Fig. 4 zeigt eine Aufsicht auf die Materialströmung;

Fig. 5 zeigt einen Axialschnitt durch die Materialströmung;

Fig. 6 zeigt einen Doppelschraubenbandmischer in Seitenansicht bei frontal weggelassener Wandung;

Fig. 7 zeigt einen Abschnitt eines Schraubenbandes.

Der Mischer Fig. 1 besteht aus einem vertikal stehenden, beidseitig geschlossenen zylindrischen Gehäuse

(11), in dem die Antriebswelle (2) koaxial gelagert ist und das den Mischraum (1) umschließt. An der Welle (2) sind mit Armen (22) schraubenwendelförmige Schraubenbandabschnitte (80—83) auf einer Wendelfläche angeordnet, wobei jeweils axial zum Mischer freie Spalte (23) zwischen den Schraubenbandabschnitten (80—83) liegen. Da die Arme (22) zu den Enden der Schraubenbandabschnitte (80—83) versetzt sind, sind zirkuläre Freiräume im Inneren des Mischraumes vorhanden, die durch die Spalte (23) gehäuseseitig frei zugänglich sind, auch wenn die Welle (1) mit dem Schraubenförderer (80, 83) angetrieben ist. Durch diese Spalte (23) erstrecken sich Halterungen (32) vom Mischergehäuse (11) aus, an denen statische Umlenkwerkzeuge (3A—3D) in dem inneren Freiraum des Mischerraumes (1) befestigt sind. Die Halterungen (32) sind entweder fest mit dem Gehäuse (11) verbunden oder bevorzugt dort lösbar und austauschbar dort eingesetzt und um die Halterungsachse winkelverstellbar und mit einer Kontervorrichtung (31) dort drehfest gesichert.

Die Schaufelblätter der Umlenkwerkzeuge (3A—3D) sind je nach den Materialerfordernissen verschiedenartig, z. B. als gekrümmte Rechteckflächen (3A—3C) oder als sattelförmige Dreiecksfläche (3E), (Fig. 2), ausgebildet. Die Flächenneigung und -krümmung der Umlenkwerkzeuge (3A—3D) ist zum Außenbereich des Mischraumes (1) gerichtet, so daß nicht nur eine innen rücklaufende Gesamtzirkulation des Mischgutes durch den Mischraum (1) auftritt, sondern auch Teilströme des Mischgutes abschnittsweise durchmischend in den randseitigen Aufstrom zurückgeführt sind.

Bodenseitig wird das Mischgut durch einen radialen Rührarm (8) aufgenommen und in den randseitigen Aufwärtsstrom auf dem am Rührarm (8) endseitig angeschlossenen unteren Schraubenbandabschnitt (80) geführt. Das untere Umlenkwerkzeug (3A) erbringt außer der Umlenkung zusammen mit dem benachbarten Rührarm (8) eine Scherung des Mischgutes.

Obenseitig im Mischraum (1) ist ein Düsenstock (4) angeordnet, mit dem in den hochaufgelockerten Bereich des Mischgutes intensiv vermischend Flüssigkeiten eingetragen werden.

Fig. 2 zeigt einen radialen Schnitt durch den unteren Bereich eines Mixers, wo insbes. der untere Radialarm (8) und verschieden gestaltete feststehende Umlenkwerkzeuge (3E, 3E', 3E'') zu sehen sind. Die etwa auf einer Ebene liegenden Umlenkwerkzeuge (3E, 3E', 3E'') sind jeweils um 120° gegeneinander auf dem Umfang des Mischraumes (1) verteilt befestigt, so daß der erhöhte Widerstand der jeweils beim Passieren eines Spaltes (23) des Schraubenbandes an den Haltearmen (22) auftritt über einen Umlauf verteilt wirksam ist. Weiterhin sind an einem Schraubenbandabschnitt (81) Segmente (24) nach innen in den Mischraum (1) gerichtet angeschweißt, deren Länge etwa der zwei- bis dreifachen der Schraubenbandbreite (BB) entspricht und deren Breite (B) nach oben von einem Bruchteil der Schraubenbandbreite (BB) bis zu einem Zweifachen derselben fortlaufend zunimmt. Hierdurch wird eine Aufspaltung des aufsteigenden Materials in mehrere Teilströme begünstigt.

Fig. 3 zeigt die randseitige Strömung des Mischgutes im Mischraum (1), die schraubenförmig entsprechend der Antriebskrafttrichtung durch das Schraubenband verläuft. Durch die progressive Steigung des Schraubenbandes von unten nach oben und die dadurch fortlaufende Beschleunigung des Mischgutes nimmt dessen Geschwindigkeit nach oben zu und die Materialdichte ab. Bedingt durch die Schwerkraft liegt im Zentralbe-

reich eine Abwärtsströmung vor. Dieser Strömung unterliegt der gesamte Mischerinhalt, so daß sämtliche Komponenten abwechselnd die zwei Aufbereitungszonen, nämlich einen Auflockerungsbereich (10) und einen verdichteten Scherungsbereich (1U) durchfließen. Im Verdichtungsbereich (1U) werden Klumpungen durch Scherung und Druck zerstört. In der Fluidisierungszone (10) wird der zufällige Ortswechsel der Partikel begünstigt, so daß die zuvor dispergierten Inhomogenitäten schnell im gesamten Mischgut verteilt werden. Wirbelnde oder fluidisierte Feststoffe besitzen eine größere spezifische Oberfläche als verdichtete, so daß es sich anbietet, einzumischende Flüssigkeiten durch eine Düse (4) von oben in das sich rasch austauschende Mischgut zu sprühen.

Die Rückführung der Materialströmung vom Außen in den Innenbereich des Mischraumes (1) zeigt die Aufsicht in Fig. 4. Der vertikale Axialschnitt (A-A) der Materialströmung im Mischraum (1) ist in Fig. 5 dargestellt. Es findet sowohl im oberen Auflockerungsbereich (10) wie im unteren Verdichtungsbereich (1U) eine radial nach außen gerichtete Umlenkung des Materialflusses in Teilströmen statt, was insbesondere durch die nicht sichtbaren, feststehenden Umlenkwerkzeuge in Verbindung mit der nach oben progressiven Steigung des Schraubenbandes bewirkt wird.

Die Einstellung der statischen Mischwerkzeuge erfolgt nach der jeweiligen Beschaffenheit des Mischgutes und nach der jeweils geforderten Art des Verfahrens, wobei zwei wesentliche Verfahrensarten auftreten:

- Eine Einstellung der statischen Werkzeuge auf geringen Strömungswiderstand ist vorgesehen,
 - wenn das Mischgut frei fließend ist und einfach zu mischen ist und/oder
 - wenn eine schonende, schwachkraftarme Vermischung gefordert ist und/oder
 - wenn nach erfolgter Vermischung das Mischgut in schonender Bewegung gehalten werden soll.
- Eine Einstellung der statischen Mischwerkzeuge auf großen Strömungswiderstand ist vorgesehen,
 - wenn das Mischgut feucht oder kohäsiv ist und eine reine Rotation des gesamten Behälterinhaltes auftreten würde und/oder
 - wenn eine intensive, scherende und dispergierende Vermischung gefordert ist und/oder
 - wenn eine größere Energieeinleitung ins Mischgut gefordert ist und/oder
 - wenn eine Verkürzung der Mischzeit gefordert ist.

Fig. 6 zeigt eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung eines Mixers in Seitenansicht frontal entkleidet. An der Welle (2) sind jeweils axialsymmetrisch zu dem ersten Schraubenband (80—83) Schraubenbandabschnitte (80A—83A) eines zweiten Schraubenbandes angeordnet. Damit ist die Welle (2) und deren Lagerung symmetrisch belastet; insbes. auch dann, wenn die Spalte (23) der Schraubenbandabschnitte (80—83A) jeweils die Halterungen (32) passieren. Die untersten Schraubenbandabschnitte (80, 80A) sind jeweils an einem der symmetrischen Radialrührarme (8, 8A) befestigt, und sämtliche höheren Schraubenbandabschnitte (81—83A) sind durch Arme (22) an der Welle (2) befestigt.

In Bodennähe des Mischraumes (1) ist statt eines statischen Umlenkwerkzeuges ein rotierendes Auflockungswerkzeug mit einem Drehflügel (F) angeordnet. Dieses

ist zusammen mit seinem Antrieb (R) lösbar an der Zylinderwandung (11) durch diese hindurchtretend befestigt und somit austauschbar. Der Antrieb (K) wird bedarfsweise bei Vorliegen von klumpigem Ausgangsgut eingeschaltet.

In der Praxis werden vielfach während des Mischens begleitende Verfahrensschritte durchgeführt. Hierzu zählt insbesondere das Aufschließen und Dispergieren von inhomogenen Klumpungen. Es werden zwei unterschiedliche Maßnahmen vorgesehen,

- die Kombination von kämmenden Elementen am Schraubenband und statischen Werkzeugen und
- der Einsatz eines oder mehrerer hohtourig drehender Schneidwerkzeuge, die mit Hilfe separater Antriebe wahlweise ein- und ausgeschaltet werden.

Die Zusatzwerkzeuge erbringen ihre maximale Wirkung der Klumpenauflösung im verdichteten Mischgut. Sie sind daher vornehmlich im unteren Behälterbereich zu installiert.

Für die Leerung des Mixers ist bodenseitig eine verschließbare Öffnung bekannter Art vorgesehen. Um eine möglichst vollständige Entleerung des Mischraumes zu erreichen, ist eine solche Kombination der geringsten Schraubenbandsteigung (6) gemäß Fig. 7 und der eingestellten Mischwerksdrehzahl vorgesehen, bei der die resultierende Fließkraft (5) aus der Hangabtriebskraft (5H) und der Zentrifugalkraft (5Z) so groß ist, daß sie die Anhaftungskraft des Mischgutes am Schraubenband (80) überwindet. Das hinabfallende Mischgut wird von den unteren Armen erfaßt und in die im Behälterboden befindliche Öffnung geschoben.

Statt der zylindrischen Form kann der Mischraum auch konisch oder tonnenförmig gestaltet sein. Die Achse des Mischraumes und die Welle können senkrecht oder leicht geneigt stehen. Das Grundprinzip wird dadurch nicht berührt. Weiterhin lassen sich im oberen Bereich auch von dem Deckel aus statische Umlenkwerkzeuge einbringen. Das Mischergehäuse weist in bekannter Weise verschließbare, nicht dargestellte, Einfüll-, Auslauf-, Inspektions- und Entlüftungsöffnungen auf. Versuche haben gezeigt, daß Mischer dieser Art mit einer Kapazität auch von 40 Kubikmetern eine gute Mischqualität liefern.

Statt der ein oder zwei Schraubenbänder lassen sich auch andere Anzahlen von Bändern im Mischraum anordnen, insbes. wenn dieser relativ zur Höhe breit ausgestaltet ist. Das oberste Schraubenband läßt sich im Endbereich vorteilhaft nach innen geneigt gestalten, so daß das Mischgut von dort in den inneren Rückflußbereich gefördert wird.

Eine Kombination der Anordnung der Umlenkwerkzeuge in der 120°-Verteilung mit der Doppelschraubenbandanordnung ist eine bevorzugte Ausführung, bei der ein annähernd konstantes Antriebs-Widerstandsmoment bei konstanter Drehung vorliegt.

Das Schraubenband oder die Schraubenbänder sind bevorzugt über zwei Windungen geführt, und die Steigung des Schraubenbandes nimmt von untenendig mit einem Maß von 1 : 10 auf obenendig 1 : 2,5 zu.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Mischen von festen Stoffen mit einem rotationssymmetrischen Mischergehäuse (11), in dem coaxial eine Welle (2) gelagert ist, an

der mit Armen (22, 22A) mindestens ein Mischwerkzeug auf einer ansteigenden Wendelfläche als ein Schraubenband (80, 83; 80A, 83A) wandungsnah gehalten ist, das in Bandabschnitten (80, 83; 80A, 83A) durch in der Mischerachsenrichtung axial freie Spalte (23) getrennt ist, an die anschließend im inneren Mischergehäusebereich zirkuläre Freiräume zwischen den Armen (22) ausgebildet sind, in denen weitere Mischwerkzeuge als feststehende Umlenkwerkzeuge (3A—3D; 3E, 3E', 3E'') angeordnet sind, die mit durch diese Spalte (23) hindurchragenden Halterungen (32) an dem Mischergehäuse (11) befestigt sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Schraubenband (80—83; 80A—83A) von unten nach oben eine zunehmende Steigung aufweist und bodenseitig an einen radialen Rührarm (8) mit dem unteren Schraubenbandabschnitt (80) endseitig angeschlossen ist und die Welle (2) in die Drehrichtung anzutreiben ist, daß das Schraubenband (80, 83; 80A, 83A) das Mischgut mantelseitig aufwärts fördert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung von 1 : 10 auf 1 : 2,5 zunimmt und die Schraubenbandabschnitte (80—83; 80A—83A) sich insgesamt über etwa zwei Windungen erstrecken.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Schraubenband (81) innenliegend Segmente (24) angeordnet sind, die in ihrer Breite zunehmend gestaltet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente (24) eine Breite (B) vom 1/4fachen bis zum Doppelten einer Schraubenbandbreite (BB) aufweisen, die etwa 5 bis 10% des Radius des Mischergehäuses (11) beträgt.

5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischergehäuse (11) zylindrisch ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlenkwerkzeuge (3A—3D; 3E) schaufelförmig oder satelartig gekrümmt sind und rechteckig oder dreieckig ausgebildet sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlenkwerkzeuge (3A—3E) lösbar und/oder von außen winkelverstellbar und/oder lageverstellbar am Mischergehäuse (11) befestigt sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der bodennahen Umlenkwerkzeuge ein Schlag- und/oder Schneidwerkzeug (F) mit einem getrennt steuerbaren, außenliegenden, hohtourigen Antrieb (R) ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß obenseitig im Mischergehäuse (11) eine Sprühdüse (4) angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei der Schraubenbänder (80—83; 80A—83A) symmetrisch zur Welle (2) an dieser befestigt sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die feststehenden Umlenkwerkzeuge (3E, 3E', 3E'') jeweils um ca. 120° gegeneinander umfangsseitig des Mischergehäuses (11) versetzt angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schrau-

benband (83, 83A) obenendig nach innen geneigt ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (2) mit einer derartigen Geschwindigkeit angetrieben ist, daß im Bereich der geringsten Steigung (6) des Schraubenbandes (80) eine resultierende Fließkraft (5) entsteht, die eine Anhaftungskraft des Mischgutes an dem Schraubenband (80) übersteigt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

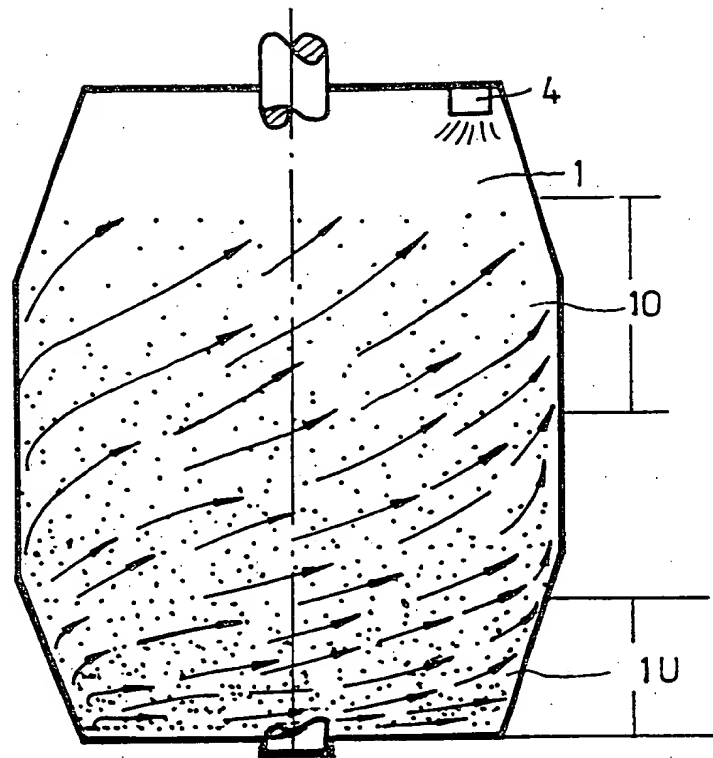


Fig. 3

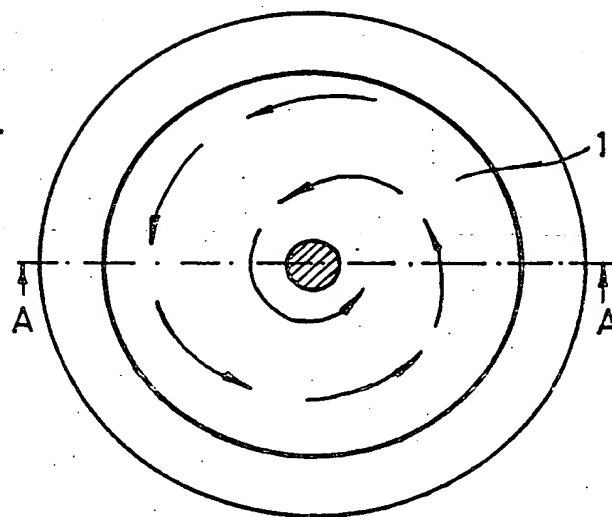


Fig. 4

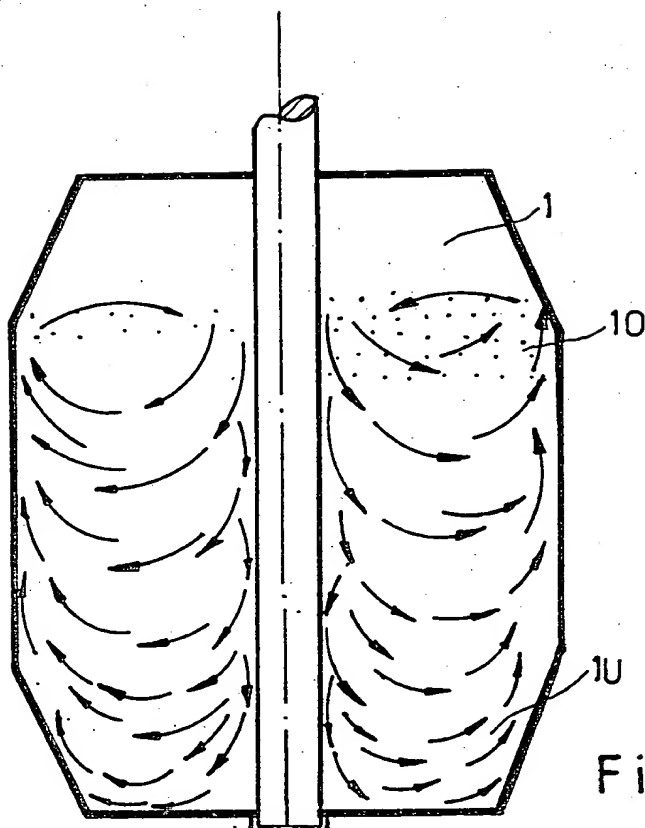
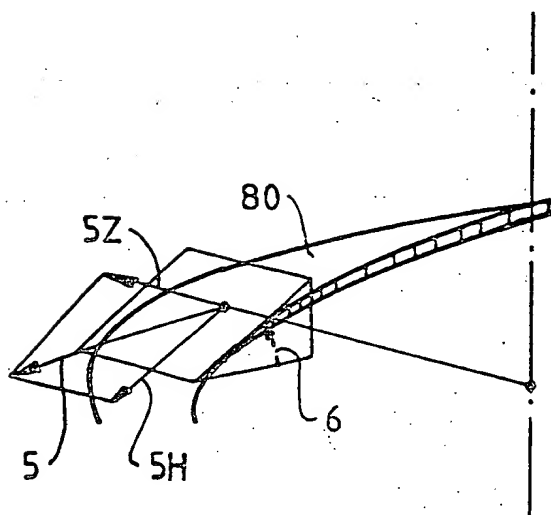
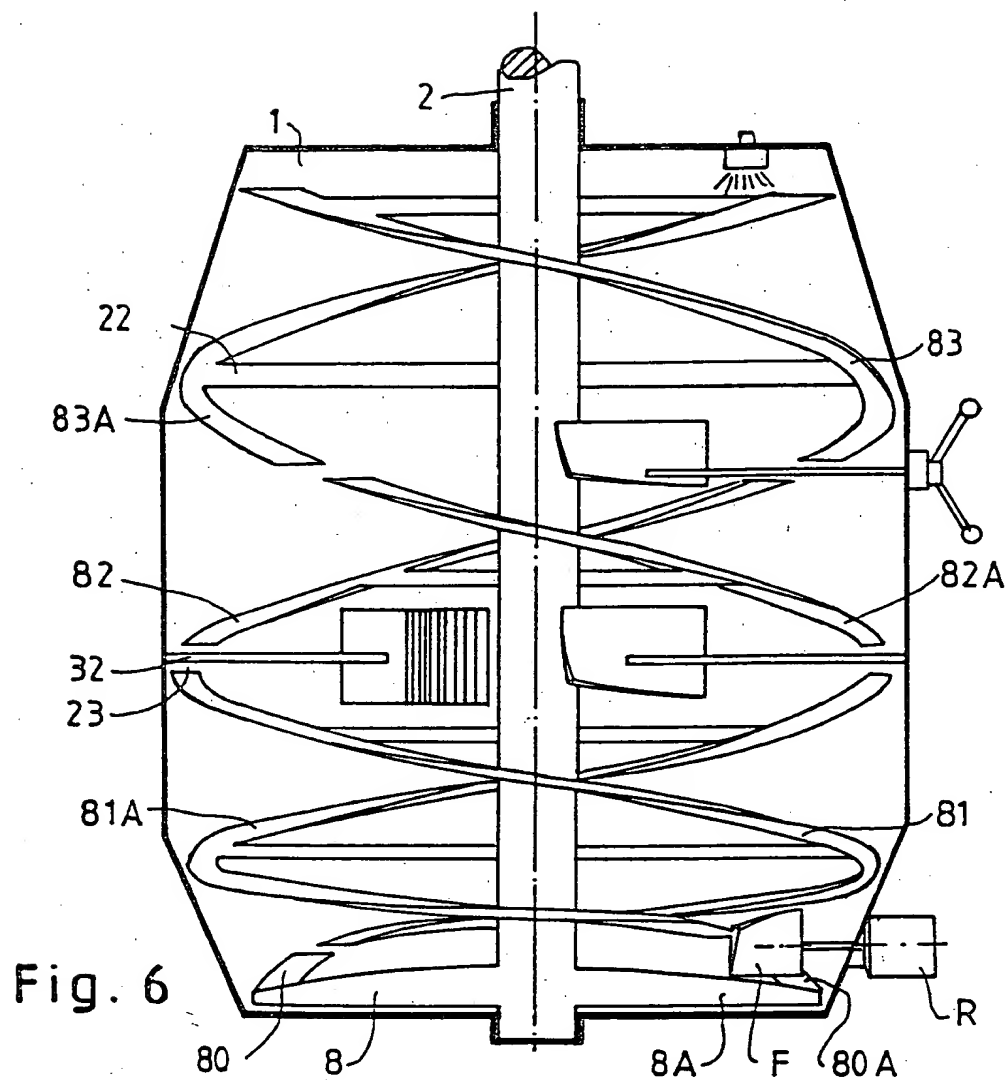


Fig. 5



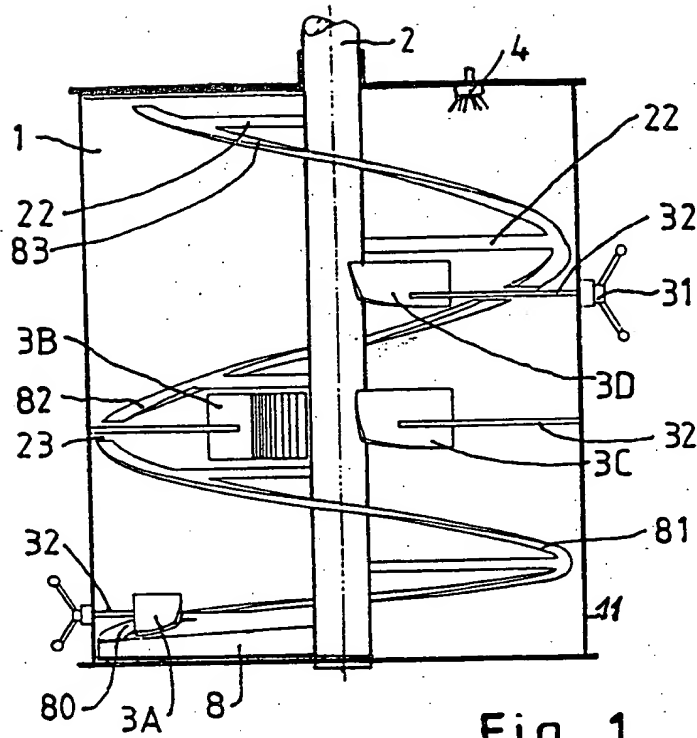


Fig. 1

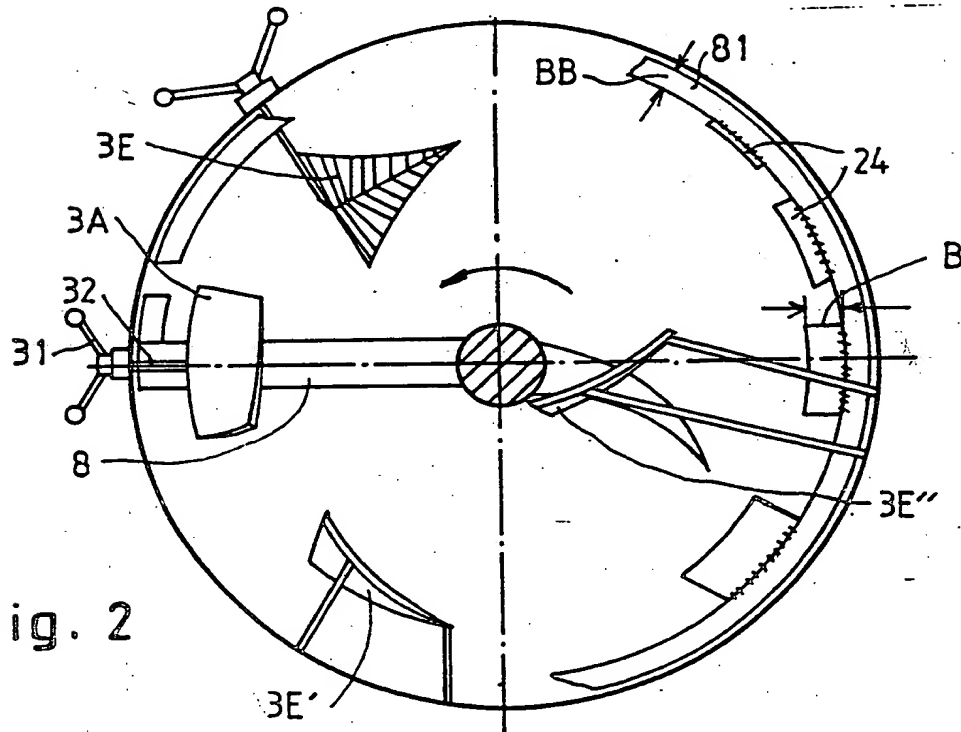


Fig. 2